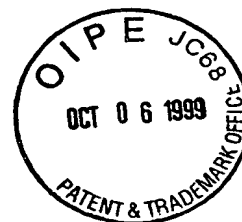


DIALOG(R) File 351:DERWENT WPI
(c)1999 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.



010451055

WPI Acc No: 95-352373/199546

XRAM Acc No: C95-154337

XRPX Acc No: N95-262719

Coating the inside surface of the cylinder head of an engine - by melting an electrode in the arc produced by a plasma burner

Patent Assignee: FORD WERKE AG (FORD); FORD MOTOR CO (FORD)

Inventor: MCCUNE R C; KIM M R; SMITH R W

Number of Countries: 003 Number of Patents: 004

Basic Patent:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Main IPC	Week
DE 19508687	A1	19951012	DE 1008687	A	19950310	C23C-004/12	199546 B

Priority Applications (No Type Date): US 94225277 A 19940408

Abstract (Basic): DE 19508687 A

The inner wall of a cylinder head (14) is coated with a wear-resistant layer (16) produced by melting a consumable electrode (20) in the arc (42) of a plasma burner (38) inside the cylinder head. As melting takes place, the electrode is rotated so that a molten spray is thrown onto the cylinder wall. By moving the electrode and burner along the central axis of cylinder, the whole wall is coated.

USE - Is rapid coating process which can easily be integrated into the production line of the engine.

ADVANTAGE - Coating Al cylinder head with cast iron or steel lining.

Dwg.0/3

Title Terms: COATING; SURFACE; CYLINDER; HEAD; ENGINE; MELT; ELECTRODE; ARC ; PRODUCE; PLASMA; BURNER

Derwent Class: M13; P55; Q52

International Patent Class (Main): B23K-010/00; C23C-004/12; F02F-001/00

International Patent Class (Additional): B23K-035/24; C23C-004/06; C23C-004/08

THIS PAGE BLANK (USPTO)

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 08 687 C 2

21 Aktenzeichen: 195 08 687.2-45
22 Anmeldetag: 10. 3. 95
23 Offenlegungstag: 12. 10. 95
24 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 5. 97

51 Int. Cl. 8:
C 23 C 4/12
C 23 C 4/06
F 02 F 1/00
B 23 K 35/24

DE 195 08 687 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31

08.04.94 US 225277

73 Patentinhaber:

Ford-Werke AG, 50735 Köln, DE

74 Vertreter:

Neidl-Stippler, C., Dipl.-Chem.Dr.phil.nat.,
Pat.-Anw., 81679 München

72 Erfinder:

McCune, Robert C. Jun., Southfield, Mich., US

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

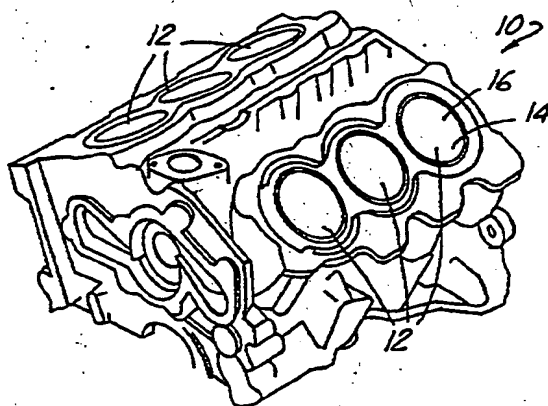
GB 22 27 027 A
US 51 94 304

FTP/T	
29. Juni 1999	
Eing.:	
z. Kenntr.	
Ablage	
Frist	

54 Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Beschichtung auf einer Zylinderinnenwand und seine Anwendung

57 Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Beschichtung auf einer Zylinderinnenwand mit folgenden Schritten:

- Einbringen eines nicht rotierenden Brenners zum Aufbau eines Lichtbogens im Zylinder;
- Aufbau eines Lichtbogens zwischen dem Brenner und einer Auftragsmaterialstange, deren Ende mit dem Lichtbogen schmilzt;
- Drehen der Stange, um geschmolzene Tröpfchen vom Ende der Stange mit dem Lichtbogen auf die Innenoberfläche des Zylinders zu spritzen und
- Bewegen der Stange und des Brenners entlang der Mittelachse des Zylinders derart, daß die geschmolzenen Tröpfchen unter Ausbildung einer gleichmäßig verteilten Beschichtung auf die Wand des Zylinders auftreffen.



DE 195 08 687 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Beschichtung auf einer Zylinderinnenwand, sowie die Anwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Motorblocks aus Aluminiumlegierung.

5 Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf verschleißfeste Beschichtungen, und besonders auf Verfahren zum Aufbringen verschleißfester Beschichtungen auf der Innenfläche der Bohrungen von Kraftfahrzeugzylindern.

Die Autoindustrie hat lange versucht, leichtgewichtige Materialien als Basismaterial für Motorblöcke einzusetzen, um das Kraftfahrzeugsgesamtgewicht zu verringern und demzufolge die Kraftstoffausnutzung zu verbessern. Die Verwendung derartiger Materialien (bzw. Aluminium und seine Legierungen) für Automobilkomponenten, wie Motorköpfe und -blöcke erfordert häufig den Einbau zusätzlicher Materialien für Einsätze, wie Stahl oder Gußeisen, um Verschleißfestigkeit zu erzielen, die mit leichteren Materialien auf Kontaktoberflächen, wie den Ventilsitzen und Zylinderbohrungen, nicht erreichbar ist.

Insbesondere benötigen Aluminiummotorblöcke irgendeine verschleißfeste Oberfläche auf den Zylinderbohrungen, um bspw. den Gleitbewegungen der Kolbendichttringe zu widerstehen.

15 Bisher wurde versucht, dieses Problem zu lösen, indem am Einsatzplatz eingegossene Eisen- oder Stahlauskleidungen in die Zylinderbohrungen eingesetzt wurden, oder der Motorblock aus Materialien wie Aluminiumlegierungen vom Typ 390 hergestellt wurde, wobei ein überwiegender Anteil primärer Siliciumpartikel auf der Materialoberfläche die notwendige Verschleißfestigkeit schafft. Diese Verkleidungen wurden als zu schwer und mit begrenzter Wärmeleitfähigkeit gegenüber der Wasserkühlung befunden und erforderten spezielle Einrichtungen, um entweder am Einsatzort gegossen oder in den Motorblock eingesetzt zu werden, und waren demzufolge aufwendig zu installieren. Die Verwendung der 390 Legierungen für Motorblöcke schafft andere Probleme, während es das Problem der Abriebfestigkeit löst, wie Schwierigkeiten bei der Bearbeitung des Materials und das Erfordernis spezieller Bearbeitungsschritte, um die am besten geeignete Beanspruchungsfläche herzustellen.

25 Weitere Lösungsansätze für das Zylinderbohrungsoberflächenproblem bei Aluminiumlegierungen verwenden ein Elektroabscheidungsverfahren, um Schichten herzustellen, die Siliciumcarbidpartikel in einer Nickelmatrix aufbauen, wie der NIKASIL-Prozeß (eingetragene Marke der Firma Mahle). Der Nachteil dieser Technik besteht in der Komplexität des Verfahrens für das selektive Plattieren der Motorzylinder, das entweder lokalisierte Abscheidung oder aufwendige und raffinierte Maskiertechniken erfordert. Verschleißfeste Oberflächen wurden auch auf Maschinenteilen unter Einsatz der Abscheidung aus der Gasphase (CVD-Techniken) verwendet, wie sie im US 5226975 A (Dentend et al.) beschrieben sind. Diese Verfahren können aber 10 bis 60 Stunden benötigen, um eine zufriedenstellende Beschichtung abzuscheiden und sind daher für normale In-Line-Prozesse viel zu langsam.

35 Thermische Spritzsysteme repräsentieren eine weitere Möglichkeit, verschleißfeste Beschichtungen in Zylinderbohrungsoberflächen mit signifikant höheren Verarbeitungsgeschwindigkeiten als die anderen Beschichtungsverfahren, wie CVD, aufzubringen. Die Systeme verwenden allgemein eine Kombination von Wärme und Moment, um Tröpfchen des Beschichtungsmaterials zur Anpassung und Bindung an die zu beschichtende Oberfläche zu veranlassen. Verschiedene thermische Spritzsysteme verwenden verschiedene Verfahren, Wärme und Moment auf einen Strom von Tröpfchen zu übertragen, die die Beschichtung bilden. Ein derartiges System ist das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (HVOF), der im US 5019429 A (Moskowitz et al.) beschrieben ist. Im HVOF-Prozeß erhalten die Tröpfchen eine hohe Geschwindigkeit mit einem Hochdruckgas als Transportmedium und finden sich durch plastische Deformation beim Auftreffen an der zu beschichtenden Oberfläche. HVOF wurde zur Beschichtung von Motorzylinderbohrungen, wie im USA 5080056 (Kramer et al.) beschrieben, verwendet. Das HVOF Verfahren ist jedoch langsam (60 g/min), laut (die Transportgase fließen mit Überschallgeschwindigkeit) und produzieren überschüssige Wärme, die häufig von den Werkstücken durch zusätzliche Kühlsysteme abgeführt werden muß.

45 Ein weiteres thermisches Spritzverfahren, das Plasmaspritzen, verwendet einen Plasmabogen, um Gase zu erhitzen, die einen Tröpfchenstrom aufheizen und beschleunigen, der auf ein um einen Plasmabrenner durch Gas-Hochdruck drehendes Substrat gerichtet ist, wie in US 4,970,364 A beschrieben. Die Tröpfchengeschwindigkeiten sind niedriger als im HVOF Verfahren, werden aber auf eine höhere Temperatur erhitzt, so daß sie sich geschmolzenem Zustand beim Auftreffen auf das Substrat befinden, um eine gute Bindung zu schaffen. Andere thermische Atomisierungstechniken, wie die für die Pulverproduktion eingesetzten (Herstellung von Pulvern durch das Verfahren mit rotierenden Elektroden, Champagne und Angers, The International Journal of Powder Metallurgy & Powder Technology, Band 16, Nr. 4, 1980) verwenden eine rotierende Stange eines Ausgangsmaterials, um den geschmolzenen Tröpfchen ein Moment mitzuteilen. Pulverherstellungsverfahren sind aber ungeeignet, um die erwünschten Zylinderbohrungsbeschichtungen herzustellen.

Demzufolge ist es ein Ziel der Erfindung, eine verschleißfeste Oberfläche, wie Gußeisen oder Stahl auf einer Oberfläche einer Zylinderbohrung in Aluminium durch ein thermisches Spritzverfahren mit rotierender Plasmaelektrode herzustellen.

60 Ein Ziel ist es, ein Verfahren mit einer hohen Abscheidungsgeschwindigkeit zur Beschichtung von Zylinderbohrungen von Kraftfahrzeugsverbrennungsmotoren zu schaffen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zum thermischen Aufspritzen verschleißfester Oberflächen auf Aluminiummotorblockzylinderbohrungen zu schaffen, das sowohl von der technischen als auch von der Herstellungssseite her in dem Sinne verwirklichtbar ist, als es dazu befähigt ist, in eine Fertigungsstraße für Motoren integriert zu werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1.

Schließlich betrifft die Erfindung auch eine Anwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Motorblocks aus Aluminiumlegierung nach Patentanspruch 11.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, auf die in vollem Umfang bezug genommen wird.

Die Erfindung schafft also einen Beschichtungsprozeß mit einer rotierenden Elektrode zur Abscheidung einer verschleißfesten Beschichtung mit hoher Geschwindigkeit auf den Innenoberflächen von zylindrischen Objekten, wie Kraftfahrzeugmotorzylinderbohrungen. Insbesondere wird ein Verfahren beschrieben, um einen Motorblock aus Aluminiumlegierung herzustellen, das die Schritte: Gießen eines Motorblocks aus Aluminiumlegierung, Abscheiden einer verschleißfesten Beschichtung auf den Zylinderwänden im Motorblock durch Abschmelzen der Spitze einer sich drehenden Stange aus einer Legierung auf Eisenbasis oder anderem vergleichbaren Verbundmaterial mit einer Plasmaflamme innerhalb der Motorblockzylinder, und Bearbeiten der Zylinderwände auf eine ausgewählte Größe und Oberflächentopographie durch konventionelle Bohr- und Honverfahren.

Die verschleißfeste Beschichtung, bevorzugt eine Eisen- oder Stahlegierung, wird nach einem bevorzugten Verfahren auf die Innenwand eines Zylinders in einem Motorblock aus Aluminiumlegierung aufgebracht, indem ein Brenner mit einem Bogen in den Zylinder eingebracht wird, ein Bogen zwischen dem Brenner und einer abzutragenden Stange, hergestellt aus einer Eisen-Legierung oder anderen geeignetem Verbundmaterial so daß das Bogenende der Stange schmilzt, aufgebaut wird, wobei die Stange so gedreht wird, daß ein diametrales Sprühmuster geschmolzener Tröpfchen vom Bogenende der Stange auf die Innenoberflächen des Zylinders gespritzt wird und Stange und Brenner des Bogens im wesentlichen entlang der Mittelachse des Zylinders derart bewegt werden, daß die weggespritzten Tröpfchen auf die Wand des Zylinders im geschmolzenen Zustand so auftreten, daß sie eine gleichmäßig verteilte Beschichtung auf dem Zylinder bilden.

Bevorzugt wird ein Plasmaverfahren verwendet, wobei ein Plasmabogen zwischen dem Brenner und der Stange aufgebaut wird und eine Argon-Sauerstoffgasmischung eingesetzt wird, um das Plasmagas herzustellen, bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von etwa 24 bis 32 l Argon/min und 11 bis 17 l Sauerstoff/min. Der Brenner wird bevorzugt mit Argongas gekühlt, wobei der Zylinder während der Abscheidung der Beschichtung teilweise eingeschlossen wird und das Plasmabildende Gas und das Kühlgas den Zylinder reinigen und so die Atmosphäre darin steuern. Es ist gefunden worden, daß gute Resultate dann erzielt werden, wenn eine Stahlegierungsstange, bzw. AISI 1045 Stahl, mit einem mittleren Durchmesser von etwa 10 mm und 20 mm durch den Plasmabogen abgeschmolzen wird und mit einer Geschwindigkeit von zwischen etwa 14000 U/min und 18000 U/min zur Herstellung einer Abscheidungsgeschwindigkeit von mindestens 195 g/min verwendet wird, gute Resultate erzielt werden.

Zusätzlich zu Vorrichtungen mit durch Plasma übertragenem Bogen zum Abschmelzen der Ausgangsmaterialstange können auch andere Vorrichtungen zur Herstellung intensiver Wärme eingesetzt werden; Laser, Elektronenstrahlen und Flammen. Ferner kann jedes Metall oder leitfähige Verbundmaterial, das zur Ausbildung eines übertragenen Bogens befähigt ist, als Ausgangsmaterial für das Verfahren eingesetzt werden. Graugußeisen ist ein bevorzugtes Ausgangsmaterial aufgrund der selbstschmierenden Eigenschaften des darin eingebauten Graphits.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen sowie der begleitenden Zeichnung, die den Schutzzumfang derselben keineswegs einschränken sollen und lediglich dem besseren Verständnis dienen, erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Aluminiumlegierungs-Motorblocks mit Zylindern konventioneller Anordnung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Beschichtungsmethode mit rotierender Elektrode gemäß der Erfindung; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer zur Aufbringung einer verschleißfesten Beschichtung auf einem Zylinder eines Motorblocks durch Einsatz des Beschichtungsverfahrens mit rotierender Elektrode gemäß der Erfindung eingesetzten Vorrichtung.

In Fig. 1 ist ein aus einer Aluminiumlegierung bspw. des Typs 319 gegossener Motorblock 10 mit sechs Zylindern 12, von denen drei auf jeder Seite des Motorblockes 10 angeordnet sind, gezeigt. Jeder Zylinder 12 besitzt eine Zylinderbohrung 14, in die ein (nicht gezeigter) Kolben zum Betrieb in konventionellen Kraftfahrzeugverbrennungsmotoren eingepaßt wird. Um den Verschleiß der Bohrung 14 durch den Kolben und seine Dichtringe zu vermeiden, wird eine verschleißfeste Beschichtung 16 unter Verwendung eines Beschichtungsverfahrens mit rotierender Elektrode, wie unten beschrieben, aufgebracht.

Fig. 2 zeigt das Basiskonzept der Pulverherstellung und des Thermischen Spritzens, das, wie unten erläutert, erfindungsgemäß modifiziert wird. Das auf der Zylinderbohrung 14 abzuschneidende Material wird in Form einer Stange 20 angeliefert, die als Verbrauchsmaterial dient. Das Beschichtungsmaterial der Stange 20 ist elektrisch leitfähig und schmelzbar, wie AISI 1045 Stahl und verflüchtigt sich nicht direkt. Der Isolator 22 isoliert die Stange 20 von der Verbindungsbasis 24, die mit dem Motor 26 (Fig. 3) verbunden ist und Drehung ermöglicht. Geschwindigkeiten von bis zu 20000 U/Min können bei Stangen mit bis zu 4 cm Durchmesser eingesetzt werden. Eine nichtabzutragende Elektrode 28 dient als Gegenelektrode; ein Bogen 30 wird zwischen den Elektroden (Stange 20 und Elektrode 28) aufgebaut und ein Plasmastrom aus den Gasen 31 wird durch die Leiteinrichtung 33 zum Fluß zwischen den Elektroden veranlaßt. Auf der Oberfläche der Stange 20 gebildetes geschmolzenes Material wird durch die Zentrifugalkraft weggespritzt und bildet ein Tröpfchen-Spray 32. Die Bürste 34 schafft den elektrischen Kontakt für die rotierenden Elektrode, die in Fig. 2 die Stange 20 ist.

Das in Fig. 2 gezeigte Zweielektrodenbogenverfahren kann typischerweise nur eine begrenzte Wärmemenge auf das Spray aus geschmolzenen Tröpfchen 32 übertragen, die, während sie für die Pulverproduktion ausreicht, für die Herstellung von Beschichtungen niedriger Porosität auf Zylinderbohrungen nicht ausreicht. Um eine zusätzliche Erwärmung der verspritzten Tröpfchen zu erzielen, wird ein Plasma-Brenner verwendet, der die

abbaubare Elektrode 28 ersetzt, wie in Fig. 3 gezeigt. Typische Plasmabrennerkonfigurationen (nicht gezeigt) umfassen den übertragenen Bogen, in dem die Oberfläche der Materialstange 20 eine positive Ladung zur Sprüh-Kathode mit neutraler oder geerdeter Düse aufweist, und einen nicht übertragenen Bogen oder Brenner, in dem die Düse zur Anode wird.

5 Um Metallegierungsbeschichtungen auf Zylinderbohrungen aufzubringen, wurde gemeinsam mit der elektrischen Isolation der Materialstange 20 ein Übertragungs-Plasmabrenner 38 verwendet.

Die bevorzugte Anordnung für Zylinderbohrungsbeschichtung ist in Fig. 3 gezeigt. Die Verbrauchsmaterialstange 20 rotiert mit hoher Geschwindigkeit, bevorzugt zwischen 14000 und 18000 U/min, so daß das Spray mit von geschmolzenen Tröpfchen 32 (Fig. 2) unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft zur Zylinderbohrung 14 wandert, um darauf die Beschichtung 16 auszubilden. Maximale Rotationsgeschwindigkeit der Stange 20 wäre in der Größenordnung von 20000 U/min. Die Stange 20 kann sich gemeinsam mit dem Brenner 38 für die Plasmabogenübertragung entlang der Zylindermittelachse 36 bewegen, wenn Material zur Ausbildung der Beschichtung 16 verbraucht wird. Der Plasmabogenbrenner 38 kann verwendet werden, um die abbaubare Anodenstange 20 abzuschmelzen. Die Kopfanordnung 40 umfaßt den Brenner 38, (nicht gezeigte) Leitungen zur

15 Leitung von Gas (typischerweise Argon oder ein anderes Inertgas) zum Brenner 38, elektrische Leitungen zum Brenner 38, und Leitungen (nicht gezeigt), um Plasmagas und Kühlgas zum Brenner 38 zu führen. Die Plasmaflamme 42 wird durch den Brenner 38 hergestellt und ist auf das Ende der sich drehenden Materialstange 20 gerichtet. Die erhitzten Gase der Plasmaflamme 42 unterstützen die Aufheizung des abgespritzten Sprays geschmolzener Tröpfchen 32 aus der Materialstange 20 und können auch einen zusätzlichen Gasfluß zum Transport des Spray 32 zur Zylinderbohrung 14 schaffen. Die Zentrifugalkraft der rotierenden Stange 20 ist die Hauptkraft zur Herstellung der Morphologie des Tröpfchennebels für die entsprechende Beschichtung 16.

Weitere intensive und konzentrierte Heizquellen können alternativ dazu verwendet werden, die rotierende Stange 20 abzuschmelzen, wie Laser, Elektronenstrahlen und Flammen. Wie in Fig. 3 gezeigt, kann die Kopfanordnung 40 einen Laser 38 besitzen, der einen auf die Stange 20 gerichteten Laserstrahl 42, umfaßt. Ein Tröpfchen-Nebel 32 wird, wie oben erläutert, beim Abschmelzen der Stange 20 gebildet. Der Kopf 40 kann auch einen Elektronenstrahlgenerator 38 aufweisen, der einen Elektronenstrahl 42 auf die abzuschmelzende Stange 20 richtet.

Die abbaubare Materialstange 20, die zur Ausbildung des Tröpfchennebels 32 abgeschmolzen wird, ist bevorzugt eine Legierung auf Eisenbasis oder eine Stahllegierung, kann aber auch andere Metalle und Zusätze enthalten, die elektrisch leitfähig sind und nicht durch das Plasma 42 verflüchtigt werden. Prinzipiell kann jedes Metall oder leitfähiges Verbundmaterial, das einen übertragenen Bogen leiten kann, als Materialstange 20 für das Verfahren eingesetzt werden. Grauguß, eine Eisen-Legierung, ist aufgrund der selbstschmierenden Eigenschaften des eingebauten Graphits vorteilhaft als Ausgangsmaterialstange 20. Grauguß wurde in konventionellen Beschichtungen eingesetzt, wobei die Graphittröpfchen dazu dienen, Fressen des Kolbens zu minimieren, während auch Taschen für Ölrückhaltung geschaffen werden. Gase zum Nitrieren oder Carburieren können auch durch die Stange 20 oder als plasmabildende Gase zugeführt werden.

Der Brenner 38 wird unter Verwendung von Plasma betrieben, das bevorzugt eine Kombination von Argon und einem weiteren diatomaren Gas umfaßt. Kombinationen von Argon-Sauerstoff, Argon-Stickstoff und Argon-Wasserstoff können eingesetzt werden. Argon wird bevorzugt als Kühlgas eingesetzt. Die Tabelle 1 zeigt typische Gasflußgeschwindigkeiten für den Betrieb des Brenners 38.

Tabelle 1

Plasmagaszusammensetzungen u. Fließgeschwindigkeiten

Plasmagas	Kühlgas
1. N ₂ : 14 l/min.	Ar: 140 l/min.
Ar: 28 l/min.	
2. H ₂ : 14 l/min.	Ar: 140 l/min.
Ar: 28 l/min.	
3. O ₂ : 14 l/min.	Ar: 140 l/min.
Ar: 28 l/min.	

60 Das Verhältnis diatomares Gas : Inertgas kann so verändert werden, daß das diatomare Gas bis zu 80% des Plasmas bildet.

Die Enden der Substratzylinder 20 sind bevorzugt teilweise während des Beschichtungsverfahrens abgeschlossen, um dem Plasma und den Kühlgasen die Reinigung des Zylinders und die Steuerung der Atmosphäre zu ermöglichen. Dazu ist der Endabschnitt 44 vorgesehen (Fig. 3). Ein Unterlassen des Steuerns der Atmosphäre kann dazu führen, daß der Tröpfchennebel 32 während seines Fluges zur Zylinderbohrung 14 durch Luft fliegt, wodurch eine Oxidation der Tröpfchen bewirkt wird.

Die Effekte von Plasmagas auf Tröpfchengröße und Struktur der Beschichtung 16 sind unter Verwendung der

drei, oben in Tabelle 1 aufgeführten Gaszusammensetzungen bestimmt worden. Die mittlere Tröpfchengröße für jede Plasmagaskombination ist unten in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Mittlere Tröpfchengröße bei Plasmagas

Plasmagas	Mittlere Tröpfchengröße (μm)
Ar/N ₂	247
Ar/H ₂	247
Ar/O ₂	209

Die Abscheidungsgeschwindigkeiten der Beschichtung 16 für das Plasmaverfahren mit rotierender Elektrode gemäß der Erfindung sind in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3

Schmelzgeschwindigkeit bei verschiedenen Plasmagasen

Plasmagas	Schmelzgeschwindigkeit
Ar/N ₂	157 g/min
Ar/H ₂	142 g/min
Ar/O ₂	195 g/min

Die Höchstschmelzgeschwindigkeit, 195 g/min, wurde bei Einsatz eines Argon-Sauerstoffplasma erzielt. Schmelzgeschwindigkeiten für alle untersuchten Plasmagase sind sehr günstig, verglichen mit typischen Abscheidungsgeschwindigkeiten von 40 bis 60 g/min bei konventionellen Thermisches Spritzverfahren, wie Luftplasmaspritzen (APS), Hochgeschwindigkeitsflammspritzen (HVOF) und Lichtbogendrahtspritzen. Mit den dargestellten Beschichtungsgeschwindigkeiten in Tabelle 3 kann das erfindungsgemäße Verfahren zufriedenstellend zur Beschichtung von Zylinderbohrungen von Aluminiumgußmotorblöcken mit einer verschleißfesten Beschichtung eingesetzt werden.

Um gute Haftung der Beschichtung 16 zu erzielen, wird der Zylinder 12 für die Beschichtung durch Strahlen der Zylinderwand 14 mit kaltem Eisenschrot vorbereitet. Alternativ kann die Zylinderbohrung mit zwischen 42,2 und 667,92 g/cm² und einem geeigneten Abrasivmaterial, wie Aluminiumoxid Nr. 12, vor dem Spritzabscheiden der Beschichtung 16 auf der Bohrung 14 gestrahlt werden. Andere Zylinderbohrungs-Vorbereitungsverfahren sind dem Fachmann bekannt und können ebenfalls eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

- 10 Motorblock
- 12 Zylinder
- 14 Zylinderbohrung
- 16 Beschichtung
- 18
- 20 Stange
- 22 Isolator
- 24 Verbindungslager
- 26 Motor
- 28 Elektrode
- 30 Bogen
- 31 Gasen
- 32 Tröpfchen-Nebel
- 33 Schirm
- 36 Zylindermittelachse
- 38 Plasmabrenner, Laser, Elektronenstrahlgenerator
- 40 Kopfanordnung
- 42 Plasmaflamme, Laserstrahl, Elektronenstrahl
- 44 Endabschnitt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer verschleißfesten Beschichtung auf einer Zylinderinnenwand mit folgenden Schritten:
 - Einbringen eines nicht rotierenden Brenners zum Aufbau eines Lichtbogens im Zylinder;

- Aufbau eines Lichtbogens zwischen dem Brenner und einer Auftragsmaterialstange, deren Ende mit dem Lichtbogen schmilzt;
 - Drehen der Stange, um geschmolzene Tröpfchen vom Ende der Stange mit dem Lichtbogen auf die Innenoberfläche des Zylinders zu spritzen und
 - Bewegen der Stange und des Brenners entlang der Mittelachse des Zylinders derart, daß die geschmolzenen Tröpfchen unter Ausbildung einer gleichmäßig verteilten Beschichtung auf die Wand des Zylinders auftreffen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Argon-Sauerstoff-Gasmischung als Gas-Plasma eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Argon mit einer Geschwindigkeit von etwa 28 l/min und Sauerstoff mit einer Geschwindigkeit von 14 l/min eingebracht wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner mit Argon gekühlt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder während der Abscheidung der Beschichtung, um dem Plasma-Gas und dem Kühlgas die Reinigung des Zylinders und die Steuerung der darin befindlichen Atmosphäre zu ermöglichen, teilweise abgeschlossen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gußeisenstange mit einem Durchmesser von zwischen 10 mm und 210 mm mit einer Geschwindigkeit von zwischen 14000 U/min und 18000 U/min gedreht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine AISI 1045-Stahl-Stange mit einem Durchmesser von zwischen etwa 10 mm und 20 mm mit einer Geschwindigkeit von zwischen etwa 14000 und 18000 U/min gedreht wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Stange so schnell geschmolzen wird, daß eine Beschichtung auf der Zylinderwand mit einer Geschwindigkeit von mindestens 195 g/min gebildet wird.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderwand vor der Abscheidung der Beschichtung durch Strahlen mit gekühltem Eisenschrot vorbehandelt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Laser im Zylinder angeordnet wird und ein Laserstrahl zum Schmelzen des Stangenendes auf die Stange gerichtet wird.
11. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Herstellung eines Motorblocks aus Aluminiumlegierung, hergestellt durch:
- Gießen eines Motorblocks aus Aluminiumlegierung,
 - Herstellen von Zylinderbohrungen im Motorblock,
 - Thermisches Spritzen einer verschleißfesten Beschichtung auf die Zylinderwände des Motorblocks; und
 - Bohren und Honen der Zylinderwände auf eine vorgegebene Größe und Oberflächengüte.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

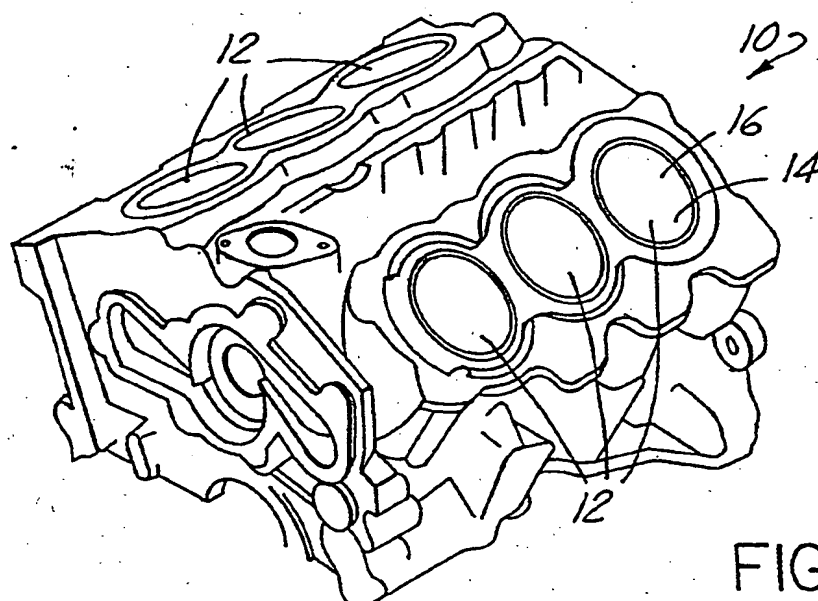


FIG. 1

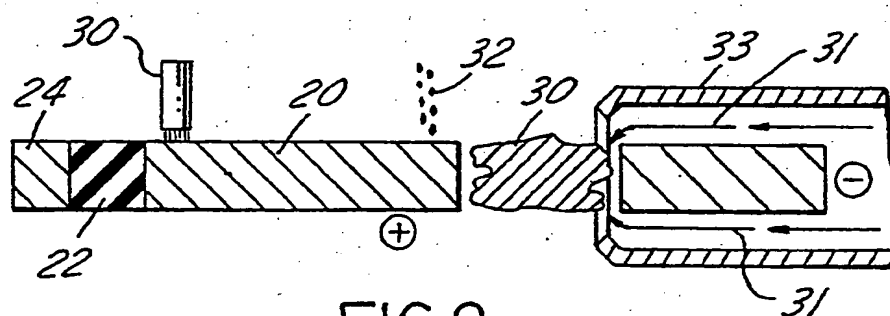


FIG. 2

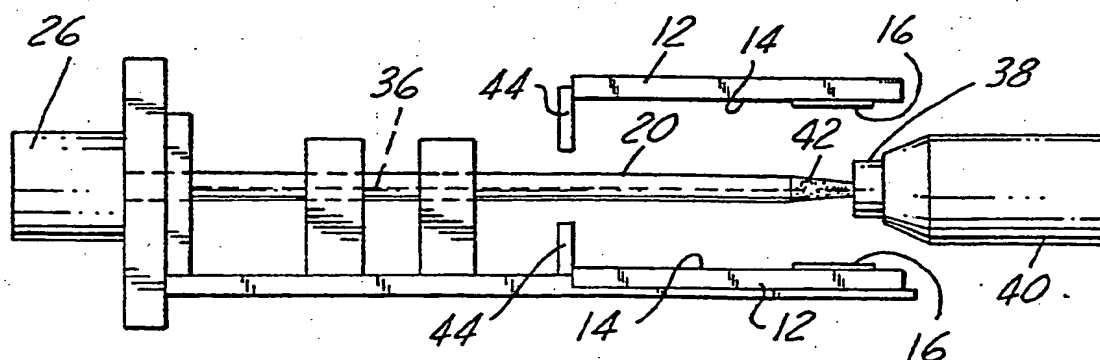


FIG. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)